

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-58465

(P2000-58465A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	メモコード (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	
C 2 3 C 16/50		C 2 3 C 16/50	B
H 0 1 L 31/04		H 0 5 H 1/46	M
H 0 5 H 1/46			R
		H 0 1 L 31/04	V
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-149233

(22) 出願日 平成11年5月28日 (1999.5.28)

(31) 優先権主張番号 特願平10-148617

(32) 優先日 平成10年5月29日 (1998.5.29)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 真島 浩

長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 竹内 良昭

長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 村田 正義

長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(74) 代理人 100078499

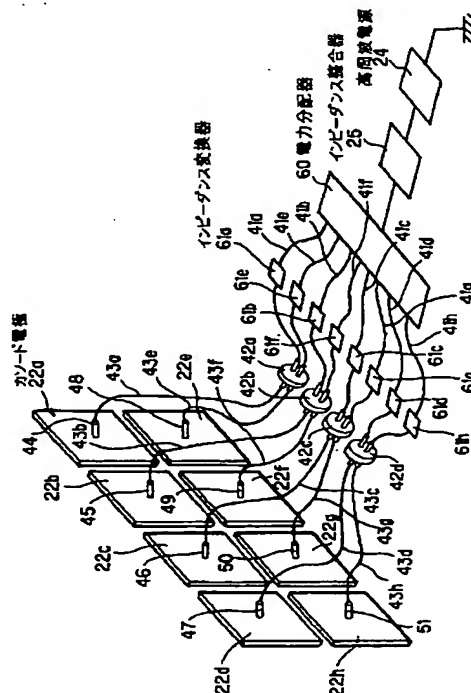
弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ化学蒸着装置

(57) 【要約】

【課題】 従来と比べ良好な膜厚分布が得られることを課題とする。

【解決手段】 基板29を支持するヒータ内蔵アノード電極23と、このアノード電極23に対向して配設された複数個のカソード電極22a~22hとを有し、各カソード電極22a~22hに電力分配器60等を介して電力を供給するように構成して多点給電方式を実現し、周波数30MHz乃至200MHzの高周波電力を高周波電源24から供給してこの電力によりグロー放電を発生し、前記基板29の表面上に非晶質薄膜、微結晶薄膜若しくは多結晶薄膜を形成するようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器と、この反応容器に反応ガスを導入する手段と、前記反応ガスを前記反応容器内から排出する手段と、前記反応容器内に配置され、被処理物を支持するヒータ内蔵アノード電極と、このアノード電極に対向して設置された複数のカソード電極と、このカソード電極に周波数30MHzないし200MHzのグロー放電発生用電力を供給する電源とを有し、この電源から供給された電力によりグロー放電を発生し、前記被処理物表面上に非晶質薄膜あるいは微結晶薄膜あるいは多結晶薄膜を形成するプラズマ化学蒸着装置において、前記各カソード電極へ高周波電力を供給する複数の真空用給電線と、各真空用給電線を介して前記各カソード電極に接続され前記給電電力を均等に分配する電力分配器とを具備することを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【請求項2】 反応容器と、この反応容器に反応ガスを導入する手段と、前記反応ガスを前記反応容器内から排出する手段と、前記反応容器内に配置され、被処理物を支持するヒータ内蔵アノード電極と、このアノード電極に対向して設置されたカソード電極と、このカソード電極に周波数30MHzないし200MHzのグロー放電発生用電力を供給する電源とを有し、この電源から供給された電力によりグロー放電を発生し、前記被処理物表面上に非晶質薄膜あるいは微結晶薄膜あるいは多結晶薄膜を形成するプラズマ化学蒸着装置において、前記カソード電極へ高周波電力を供給する複数の真空用給電線と、各真空用給電線を介して前記カソード電極に接続され前記給電電力を均等に分配する電力分配器と、前記カソード電極と電力分配器間に配設され、これらに電気的に接続する複数のインピーダンス変換器とを有することを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【請求項3】 【請求項2】に記載する発明において、インピーダンス変換器は、磁性体に導線を2本巻きつけて形成したトランスとコンデンサとを組み合わせた伝送線路トランス方式のものとしたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【請求項4】 【請求項2】に記載する発明において、インピーダンス変換器は、コイルの両端に可変コンデンサを並列に接続し、全体として $\pi$ 型に形成した $\pi$ 回路方式のものとしたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプラズマ化学蒸着装置に関し、アモルファスシリコン太陽電池、薄膜半導体、光センサ、半導体保護膜等の各種電子デバイスに使用される薄膜の製造に適用されるプラズマ化学蒸着装置（以下、プラズマCVD装置と呼ぶ。）として有用なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 アモルファスシリコン（以下、a-Siと記す）薄膜や窒化シリコン（以下、SiNxと記す）薄膜を製造するために、従来より用いられているプラズマCVD装置の構成について、2つの代表的例について説明する。即ち、放電発生に用いる電極として、放電用はしご型電極即ちラダーインダクタンス電極あるいはラダーアンテナ型電極とも呼ばれる電極を用いる方法、及び平行平板電極を用いる方法について説明する。

【0003】 まず、はしご型電極を用いる方法については、特開平4-236781号にはしご状平面形コイル電極として各種形状の電極を用いたプラズマCVD装置が開示されている。本方法の代表例について図9を用いて説明する。図中の付番1は反応容器であり、この反応容器1内に放電用はしご型電極2と基板加熱用ヒータ3とが平行に配置されている。前記放電用はしご型電極2には、高周波電源4からインピーダンス整合器5を介して例えば13.56MHzの高周波電力が供給される。前記放電用はしご型電極2は、図10に示すように一端がインピーダンス整合器5を介して高周波電源4に接続されており、他端はアース線7に接続され、反応容器1とともに接地されている。

【0004】 放電用はしご型電極2に供給された高周波電力は、反応容器1とともに接地された基板加熱用ヒータ3と放電用はしご型電極2との間にグロー放電プラズマを発生させ、放電空間経路で反応容器1の壁へ、また放電用はしご型電極2のアース線7を介してアースへ流れる。なお、このアース線7には同軸ケーブルが用いられている。

【0005】 前記反応容器1内には、図示しないボンベから反応ガス導入管8を通して、例えばモノシランと水素との混合ガスが供給される。供給された反応ガスは、放電用はしご型電極2により発生したグロー放電プラズマにより分解され、基板加熱用ヒータ3上に保持され、所定の温度に加熱された基板9上に堆積する。また、反応容器1内のガスは、排気管10を通して真空ポンプ11により排気される。

【0006】 以下、上記装置を用いて薄膜を製造する場合について説明する。まず、真空ポンプ11を駆動して反応容器1内を排気した後、反応ガス導入管8を通して、例えば、モノシランと水素との混合ガスを供給し、反応容器1内の圧力を0.05～0.5 Torrに保つ。

【0007】 この状態で、高周波電源4から放電用はしご型電極2に高周波電力を印加すると、グロー放電プラズマが発生する。反応ガスは、放電用はしご型電極2と基板加熱用ヒータ3間に生じるグロー放電プラズマによって分解され、この結果SiH<sub>4</sub>、SiH<sub>2</sub>などのSiを含むラジカルが発生し、基板9表面に付着してa-Si薄膜が形成される。

【0008】 次に、平行平板電極を用いる方法について

図11を参照して説明する。図中の付番21は反応容器であり、この反応容器21内に高周波電極、即ちカソード電極22と基板加熱用ヒータ23とが平行に配置されている。前記高周波電極22には、高周波電源24からインピーダンス整合器25を介して例えば13.56MHzの高周波電力が供給される。基板加熱用ヒータ23は、反応容器21とともに接地されて接地電極、即ちアノード電極となっている。従って、高周波電極22と基板加熱用ヒータ23との間でグロー放電プラズマが発生する。

【0009】前記反応容器21内には図示しないボンベから反応ガス導入管26を通して例えばモノシランと水素との混合ガスが供給される。反応容器21内のガスは、排気管27を通して真空ポンプ28により排気される。基板29は、基板加熱用ヒータ23上に保持され、所定の温度に加熱される。

【0010】こうした装置を用いて、以下のようにして薄膜を製造する。まず、真空ポンプ28を駆動して反応容器21内を排気する。次に、反応ガス導入管26を通して例えばモノシランと水素との混合ガスを供給して反応容器21内の圧力を0.05~0.5 Torrに保ち、高周波電源24から高周波電極22に電圧を印加すると、グロー放電プラズマが発生する。

【0011】反応ガス導入管26から供給されたガスのうち、モノシランガスは高周波電極22~基板加熱用ヒータ23間に生じるグロー放電プラズマによって分解される。この結果、 $\text{SiH}_3$ 、 $\text{SiH}_2$ などのSiを含むラジカルが発生し、基板29の表面に付着して、a-Si薄膜が形成される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術、即ちはしご型電極を用いる方法及び平行平板電極を用いる方法は、いずれも次のような問題を有している。

【0013】(1) 図9において、放電用はしご型電極2近傍に発生した電界により反応ガス、例えば $\text{SiH}_3$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{SiH}$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{SiH}_3$ 、 $\text{H}$ 、 $\text{H}_2$ 等に分解され、基板9の表面にa-Si膜を形成する。しかしながら、a-Si膜形成の高速化を図るため、高周波電源の周波数を現状の13.56MHzより、30MHzないし150MHzへ高くすると、放電用はしご型電極2近傍の電界分布が一様性がくずれ、その結果として、a-Si膜の膜厚分布が極端に悪くなる。図12は、基板面積30cm×30cmでのプラズマ電源周波数と膜厚分布の関係を示す。膜厚分布の一様性(±10%以内)を確保できる基板の大きさ即ち面積は5cm×5cmないし20cm×20cm程度である。

【0014】放電用はしご型電極を用いる方法による高周波電源4の高周波数化が困難な理由は次の通りである。図13に示すように、放電用はしご型電極の構造に起因したインピーダンスの不均一性が存在するために、

プラズマ発光の強い部分が局部的になる。例えば、上記電極の周辺部に強いプラズマが発生し、中央部には発生しない。特に60MHz以上の高周波数化に伴ってその減少は顕著になる。

【0015】従って、量産性向上や低コスト化に必要な大面積基板に関するプラズマ電源の高周波数化による成膜速度の向上は非常に困難で、不可能視されている。なお、a-Siの成膜速度はプラズマ電源周波数の2乗に比例するので、関連技術分野の学会においても研究が活発化しているが、大面積化への成功例はまだない。

【0016】(2) 図11において、高周波電極22と基板加熱用ヒータ23との間に発生する電界により、反応ガス、例えば $\text{SiH}_3$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{SiH}$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{SiH}_3$ 、 $\text{H}$ 、 $\text{H}_2$ 等に分解され、基板29の表面にa-Si膜を形成する。しかしながら、a-Si膜形成の高速化を図るため、高周波電源24の周波数を現状の13.56MHzより、30MHzないし200MHzへ高くすると、高周波電極22と基板加熱用ヒータ23間に発生する電界分布の一様性がくずれ、その結果として、a-Si膜の膜厚分布が極端に悪くなる。図12は、基板面積30cm×30cmでのプラズマ電源周波数と膜厚分布(平均膜厚からのずれ)の関係を示す特性図である。膜厚分布の一様性(±10%以内)が確保できる基板の大きさ即ち面積は、5cm×5cmないし20cm×20cm程度である。

【0017】平行平板電極を用いる方法による高周波電源24の高周波数化が困難な理由は、次の通りである。平行平板型電極は、電極周辺部と中央部の電気特性が異なるため、図14(A)に示すように電極周辺部に強いプラズマが発生するか、あるいは図14(B)に示すように中央部分のみに強いプラズマが発生するという現象がある。

【0018】したがって、量産性向上や低コスト化に必要な大面積基板に関するプラズマ電源の高周波数化による成膜速度の向上は、非常に困難で、不可能視されている。なお、a-Siの成膜速度はプラズマ電源周波数の2乗に比例するので、関連技術分野の学会においても研究が活発化しているが、大面積化への成功例はまだ無い。

【0019】本発明は、上記従来技術に鑑み、電極に対する給電を多点給電方式とすることにより、供給電力の高周波化を図った場合でも、従来に比べて格段に膜厚分布の均一化を図り得るプラズマ化学蒸着装置を提供することを目的とする。

【0020】また、本発明は、電極に周波数30MHz乃至200MHzのグロー放電発生用電力を供給する複数の供給点と前記電力分配器間に、これらに夫々電気的に接続するインピーダンス変換器を配置した構成とすることにより、さらに優れた膜厚分布が得られるプラズマ化学蒸着装置を提供することを目的とする。

## 〔0021〕

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は次の点の特徴とする。

〔0022〕1) 反応容器と、この反応容器に反応ガスを導入する手段と、前記反応ガスを前記反応容器内から排出する手段と、前記反応容器内に配置され、被処理物を支持するヒータ内蔵アノード電極と、このアノード電極に対向して設置された複数個のカソード電極と、このカソード電極に周波数30MHzないし200MHzのグロー放電発生用電力を供給する電源とを有し、この電源から供給された電力によりグロー放電を発生し、前記被処理物表面上に非晶質薄膜あるいは微結晶薄膜あるいは多結晶薄膜を形成するプラズマ化学蒸着装置において、前記各カソード電極へ高周波電力を供給する複数の真空用給電線と、各真空用給電線を介して前記各カソード電極に接続され前記給電電力を均等に分配する電力分配器とを具備すること。

〔0023〕2) 反応容器と、この反応容器に反応ガスを導入する手段と、前記反応ガスを前記反応容器内から排出する手段と、前記反応容器内に配置され、被処理物を支持するヒータ内蔵アノード電極と、このアノード電極に対向して設置されたカソード電極と、このカソード電極に周波数30MHzないし200MHzのグロー放電発生用電力を供給する電源とを有し、この電源から供給された電力によりグロー放電を発生し、前記被処理物表面上に非晶質薄膜あるいは微結晶薄膜あるいは多結晶薄膜を形成するプラズマ化学蒸着装置において、前記カソード電極へ高周波電力を供給する複数の真空用給電線と、各真空用給電線を介して前記カソード電極に接続され前記給電電力を均等に分配する電力分配器と、前記カソード電極と電力分配器間に配設され、これらに電気的に接続する複数のインピーダンス変換器とを有すること。

〔0024〕3) 上記2)に記載する発明において、インピーダンス変換器は、磁性体に導線を2本巻きつけて形成したトランスとコンデンサとを組み合わせた伝送線路トランス方式のものとしたこと。

〔0025〕4) 上記2)に記載する発明において、インピーダンス変換器は、コイルの両端に可変コンデンサを並列に接続し、全体として $\pi$ 型に形成した $\pi$ 回路方式のものとしたこと。

## 〔0026〕

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

〔0027〕図1は本発明の第1の実施の形態に係るプラズマCVD装置の全体図である。同図に示すように、反応容器21内には、被処理物としての基板29を支持する一方、該基板29を支持し、温度を制御する基板加熱用ヒータを内蔵したアノード電極23が配置されている。また、この反応容器21内には、基板加熱用ヒータ

23と平行でかつ30mm乃至50mm離れた面内にグロー放電プラズマを発生させるためのSUS304製の複数の高周波電極、即ちカソード電極22a乃至22hが配置されている。図では上側のカソード電極22a乃至22dのみが明示されているが、各カソード電極22a乃至22dの下方には同様の4枚のカソード電極22e乃至22hが配置されており、合計8枚でカソード電極22a乃至22hを形成している。

〔0028〕前記反応容器21内には、反応ガスを各カソード電極22a乃至22hと基板加熱用ヒータ23の間に導入する反応ガス導入管37、38、39が配置されている。前記反応容器21には、反応容器21内の反応ガスなどのガスを排気する排気管27を介して真空ポンプ28が接続されている。前記反応容器21内にはアースシールド40a乃至40hが配置されている。これらのアースシールド40a乃至40hは不必要な部分での放電を抑制する。なお、反応容器21内の圧力は、図示しない圧力計によりモニタされ、前記真空ポンプ28の排気量を調整することにより制御される。

〔0029〕各カソード電極22a乃至22hとアノード電極23でSiH<sub>4</sub>、プラズマを発生すると、そのプラズマ中に存在するSiH<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>、SiHなどのラジカルが拡散現象により拡散し、基板29表面に吸着されることにより、a-Si膜あるいは微結晶Siあるいは薄膜多結晶Siが堆積する。なお、a-Si膜あるいは微結晶Siあるいは薄膜多結晶Siは、成膜条件の中の、SiH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>の原料比、圧力及びプラズマ発生用電力を適正化することで成膜できる公知の技術であるので、ここではSiH<sub>4</sub>ガスを用いたa-Si成膜を例にとり説明する。当然ながら、微結晶Si及び薄膜多結晶Siを成膜することも可能である。

〔0030〕各カソード電極22a乃至22hには、後に詳述する真空用同軸ケーブル43a乃至43h、インピーダンス変換器61a乃至61h、電力分配器60、インピーダンス整合器25を介して高周波電源24が接続されている。

〔0031〕図2は図1に示す装置の電極及び電源部を抽出して示す電気配線系統図である。同図に示すように、本形態においては、8枚（この枚数には特別な限定はない。）のカソード電極22a乃至22hの夫々に高周波電力を独立に供給する多点給電方式を採用している。すなわち、本形態のプラズマCVD装置においては、例えば周波数70MHzの電力を、高周波電源24よりインピーダンス整合器25、電力分配器60、真空用給電線としての真空用同軸ケーブル41a乃至41h、インピーダンス変換器61a乃至61h、電流導入端子42a乃至42d及び真空用同軸ケーブル43a乃至43hを介して、上記カソード電極22a乃至22hに溶着された8個の電力供給端子44乃至51へそれぞれ供給する。

【0032】前記電力分配器60は、図3に示すように、電力2分配器62及び2個の電力4分配器63、64により構成され、入力された高周波電力を均等に8分割する機能を持っている。この電力分配器60は、一般に用いられている高周波数用電力分配器を用いることもできるが、30MHz乃至200MHzの高周波数用トランスと抵抗とコンデンサとを組み合わせることもできる。この場合、当該CVD装置に適用して好適なものとなる。

【0033】前記インピーダンス変換器61a乃至61hは、電力分配器60と真空用同軸ケーブル43a乃至43hとカソード電極22a乃至22hのインピーダンスの整合をとるために、図4に示すようなフェライト製環状体65に絶縁被覆導線を2本、トランス巻線比が1対4となるように巻きつけて製作されたものを用いた。その等価回路は図5に示す通りである。同図に示すように、当該インピーダンス変換器61a乃至61hは、トランスとコンデンサとを組み合わせ、伝送線路トランス方式である。

【0034】次に、上記構成のプラズマCVD装置を用いてa-Si膜を製作する方法について説明する。まず、真空ポンプ28を稼働させて、反応容器21内を排気し、到達真空度を $2 \sim 3 \times 10^{-7}$  Torrとする。つ\*

\*ついて、反応ガス導入管37より反応ガス、例えばSiH<sub>4</sub>、ガスを500～800SCCM程度の流量で供給する。その後、反応容器21内の圧力を0.05～0.5 Torrに保ちながら、高周波電源24からインピーダンス整合器25、電力分配器60、インピーダンス変換器61a乃至61h及び真空用同軸ケーブル43a乃至43hを介して、カソード電極22a乃至22hに高周波数、例えば70MHzの電力を供給する。その結果、カソード電極22a～22hと基板加熱ヒータ23の間にSiH<sub>4</sub>のグロー放電プラズマが発生する。このプラズマは、SiH<sub>4</sub>ガスを分解し、基板29の表面にa-Si膜を形成する。但し、成膜速度は高周波電源24の周波数及び出力にも依存するが、0.5～3nm/s程度である。

【0035】下記表1は、図1、図2に示したカソード電極22a乃至22hを用いて高周波電源24の周波数を70MHzとし、面積40cm×80cmのガラス基板（商品名：コーニング#7059、コーニング社製造）にa-Si膜を成膜した結果を示す。ここで、成膜条件は、SiH<sub>4</sub>ガス流量800SCCM、圧力0.3 Torr、高周波電力700Wであった。

【0036】

【表1】

	成膜速度	膜厚分布（平均膜厚からのずれ）
インピーダンス変換器 61a～61h 無しの場合	1.2 nm/s	±14%
インピーダンス変換器 61a～61h 有りの場合	1.2 nm/s	±10%

（電源周波数70MHz、基板面積40cm×80cm）

表1に示されるデータから、電源周波数70MHz、基板面積40cm×80cmで、インピーダンス変換器が無い場合、膜厚分布±14%、インピーダンス変換器がある場合、膜厚分布±10%と、従来装置では実現できなかった良好な結果が得られていることが判る。

【0037】なお、a-Si太陽電池、薄膜トランジスタ及び感光ドラムなどの製造では、膜厚分布としては±10%以内であれば性能上問題はない。

【0038】上記実施例によれば、高周波電極、即ちカソード電極22a乃至22hをサイズ22cm×22cm程度に分割し、それらを複数個同一面内に設置し、電力を夫々別々に真空用同軸ケーブル43a乃至43h、インピーダンス変換器61a乃至61h、電力分配器60及びインピーダンス整合器25を介して、高周波電源

24から供給するようにしたことで、従来技術では困難視されていた70MHzの高周波電力を用いても、従来の装置及び方法に比べ、著しく良好な膜厚分布を得ることが可能になった。特に、高周波電源24の周波数70MHzの場合、基板サイズ40cm×80cmにて、膜厚分布±10%を実現できた。このことは、a-Si太陽電池、薄膜トランジスタ（TFT）駆動液晶ディスプレイ及びa-Si感光体等の製造分野での生産性向上及び低コスト化に係る工業的価値が著しく大きいことを意味している。

【0039】ちなみに、従来のプラズマ蒸着装置では、30MHz以上での高周波電源を用いると、膜厚分布が著しく悪く、30cm×30cm乃至50cm×50cm程度以上の大面積基板では実用化されていなかった。

【0040】上述の如く、上記第1の実施の形態においては、インピーダンス変換器61a乃至61hとして図

4 及び図5に示す伝送線路トランス方式のものを用いている。この場合、高周波電源24の出力周波数が70MHz程度の場合には、従来に比べ極めて良好な成膜状態を実現することができるが、電源周波数をさらに上昇させた場合、120MHz程度の周波数で生成されるプラズマが不安定になることが分かった。そこで、120MHz程度以上の高周波数領域でもプラズマの安定化を図り、良好な成膜状態を得るべく、実験を重ねた結果、インピーダンス変換器61a乃至61hに $\pi$ 回路方式を採用することにより、所望の特性が得られることが分かった。この $\pi$ 回路方式のインピーダンス変換器とは、その等価回路を図7に示すように、コイルの両端に可変コンデンサを並列に接続し、全体として $\pi$ 型に形成したインピーダンス変換器である。

【0041】図7は入力パワー150Wあたりの反射パワーを、伝送線路トランス方式のインピーダンス変換器を用いた場合と、 $\pi$ 回路方式のインピーダンス変換器を用いた場合のCVD装置で計測した結果を示す特性図である。同図の横軸は電源周波数、縦軸は反射パワーである。同図を参照すれば、伝送線路トランス方式の場合、電源周波数が100MHzを越えたあたりから反射パワーが急激に増加しているのに対し、 $\pi$ 回路方式では200MHzを越えても反射パワーは十分小さいことが分かる。ちなみに、反射パワーが小さい方が電力が効率よく負荷へ供給されていることを意味している。

【0042】上記第1の実施の形態においては、8枚に分割したカソード電極22a乃至22hでカソード電極を形成することにより多点給電方式を実現したが、これに限定するものではない。はしご型電極を用いてカソード電極を形成した場合でも多点給電方式を実現することができ、この場合でも第1の実施の形態における分割形のカソード電極22a乃至22hと同様の作用・効果を得ることができる。

【0043】そこで、はしご型電極を用いたCVD装置を本発明の第2の実施の形態として説明しておく。図8ははしご型電極を用いたCVD装置における電極及び電源部を抽出して示す電気配線系統図である。同図は第1の実施の形態の図2に対応するものであり、電極部を除き、他の構成は図2に示す電気配線系統図と同様である。そこで、図2と同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0044】図8に示すように、本形態におけるはしご型電極70には、その上辺及び下辺の対応する位置で8個の電力供給端子71乃至78が分散して配設しており、各電力供給端子71乃至78に、インピーダンス整合器25、電力分配器60、インピーダンス変換器61a乃至61h及び真空用同軸ケーブル43a乃至43h等を介して高周波電源24からの高周波電力をそれぞれ供給するようになっている。ここで、インピーダンス変換器61a乃至61hは、図5に示す伝送線路トランス

方式又は図6に示す $\pi$ 回路方式の何れをものでも良い。この点で、第1の実施の形態と何ら変わるものではない。同様の理由で、120MHz程度以上の高周波電力の場合には、 $\pi$ 回路方式のものが好適である。

【0045】かかる第2の実施の形態においても、第1の実施の形態と同様の態様でa-Si膜を製作することができる。この場合の成膜状態も同様である。

【0046】上述の第1及び第2の実施の形態は、カソード電極を、複数に分割した小電極の集合体として構成した場合（第1の実施の形態）、及びはしご型電極として構成した場合（第2の実施の形態）に関するものであるが、当該カソード電極は、勿論これらに限定する必要はない。要は、多点給電方式の電源部からカソード電極の複数の点に給電することができるようにしたものであれば電極の種類に特別な限定はない。

【0047】

【発明の効果】以上実施の形態とともに詳細に説明した通り、本発明によれば、放電用高周波電極、即ちカソード電極を、複数の小面積電極に分割して各小面積電極を一平面内に配置するか、又は複数の給電点を有するはしご型電極を用いて多点給電方式とし、夫々のカソード電極にインピーダンス整合器、電力分配器、インピーダンス変換器、電流導入端子及び真空用同軸ケーブルを介して30MHz乃至200MHzの高周波電源が出力する高周波電力を供給することにより、従来技術に比べ、著しく均一性が向上した良好な膜厚分布が得られるという効果を奏する。

【0048】上述の如き効果は、a-Si薄膜応用に限らず、30MHz乃至200MHz級の高周波電源を用いるプラズマCVD技術が、微結晶Si及び薄膜多結晶Siの製造方法としての用途があることから、太陽電池、薄膜トランジスタ及び感光ドラムなどの産業上の利用価値は著しく大きい。

【0049】また、インピーダンス変換器を設けた場合には、さらに膜厚分布の均一化を図ることができる。しかも、このとき120MHz程度以上の高周波領域では、 $\pi$ 回路方式のインピーダンス変換器を用いることにより、安定なプラズマを生成させることができ、従来は不可能とされていた高周波領域での所望の薄膜を高効率で形成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るプラズマCVD装置の全体図である。

【図2】図1の装置における分割電極の各カソード電極に高周波電力を供給するための電気配線系統図である。

【図3】図1の装置の一構成要素である電力分配器の説明図である。

【図4】図1の装置の一構成要素である伝送線路方式のインピーダンス変換器の説明図である。



11

12

【図5】図4の等価回路を示す回路図である。

【図6】図1の装置の一構成要素である $\pi$ 回路方式のインピーダンス変換器の説明図である。

【図7】図5に示す伝送線路方式と図6に示す $\pi$ 回路方式のインピーダンス変換器を用いた場合の供給電源周波数に対するそれぞれの反射パワーを示す特性図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る装置におけるはしご型電極に高周波数電力を供給するための電気配線系統図である。

【図9】はしご型電極を用いた従来のプラズマCVD装置の全体図である。

【図10】図9に示す装置におけるはしご型電極に高周波数電力を供給するための電気配線系統図である。

【図11】平行平板電極を用いた従来のプラズマCVD装置の全体図である。

【図12】従来装置におけるプラズマ電源周波数と膜厚分布との関係を示す特性図である。

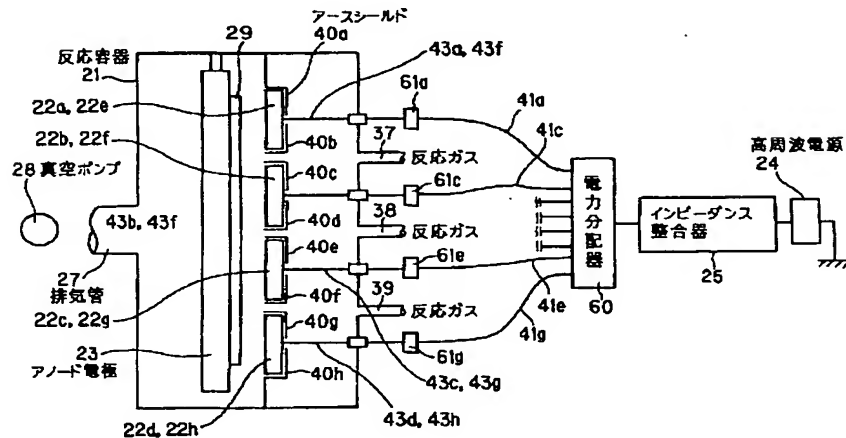
【図13】図9の従来装置におけるインピーダンスの不均一性を説明するための図である。

\*【図14】図11の従来装置における電極周辺部と中央部分の電気特性の相違を説明するための図。

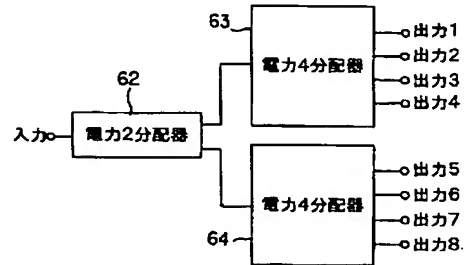
【符号の説明】

- |         |                  |
|---------|------------------|
| 21      | 反応容器             |
| 22a~22h | カソード電極           |
| 23      | アノード電極           |
| 24      | 高周波電源            |
| 25      | インピーダンス整合器       |
| 27      | 排気管              |
| 28      | 真空ポンプ            |
| 29      | 基板（被処理物）         |
| 37      | 反応ガス導入管          |
| 40a~40h | アースシールド          |
| 41a~41h | 真空用同軸ケーブル（電力供給線） |
| 42a~42d | 電流導入端子           |
| 60      | 電力分配器            |
| 61a~61h | インピーダンス変換器       |
| 70      | はしご型電極           |

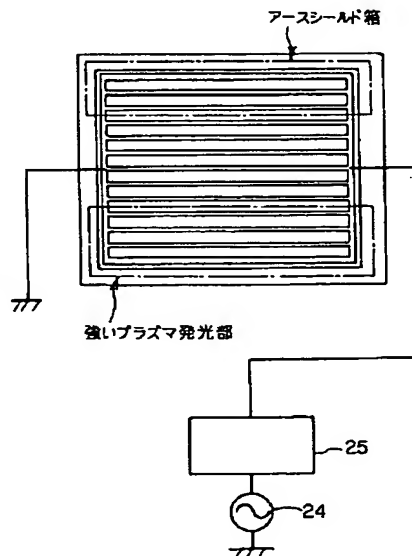
【図1】



【図3】

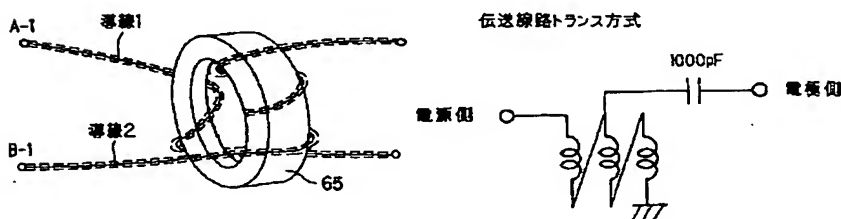


【図13】

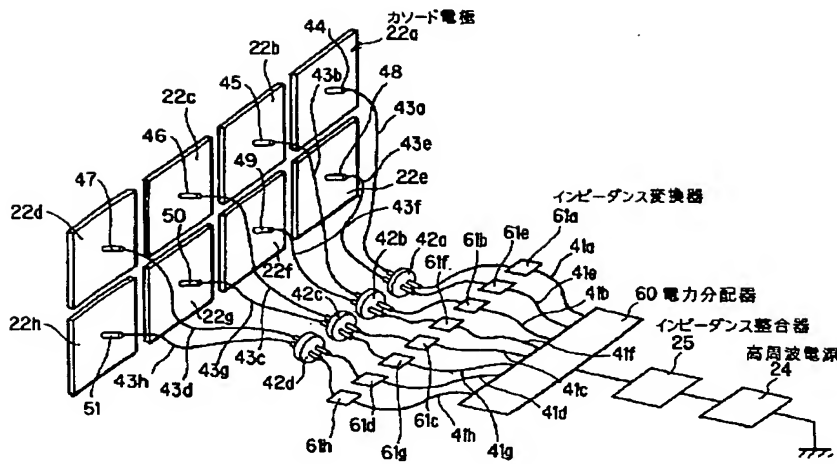


【図4】

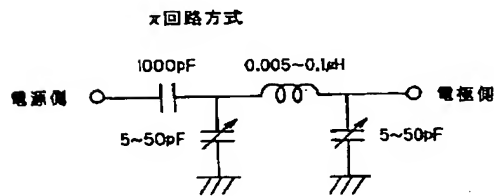
【図5】



【図2】

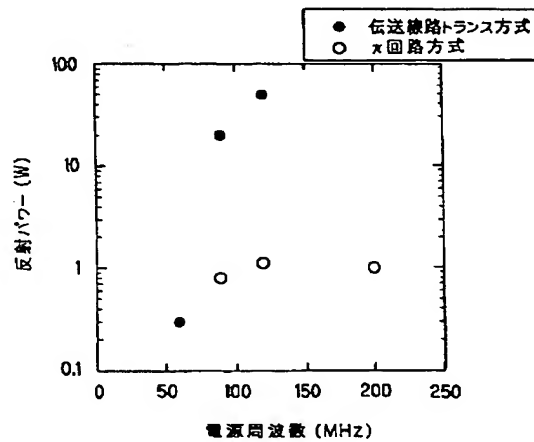


【図6】

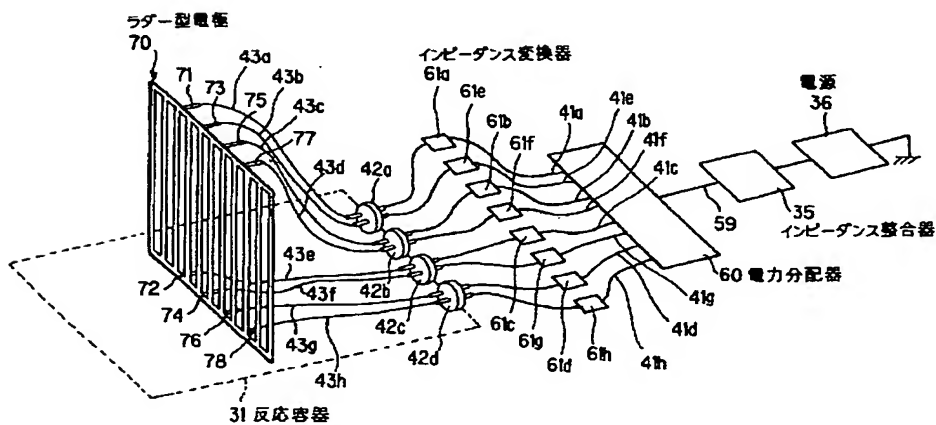


【図7】

入射パワー150Wあたりの反射パワー

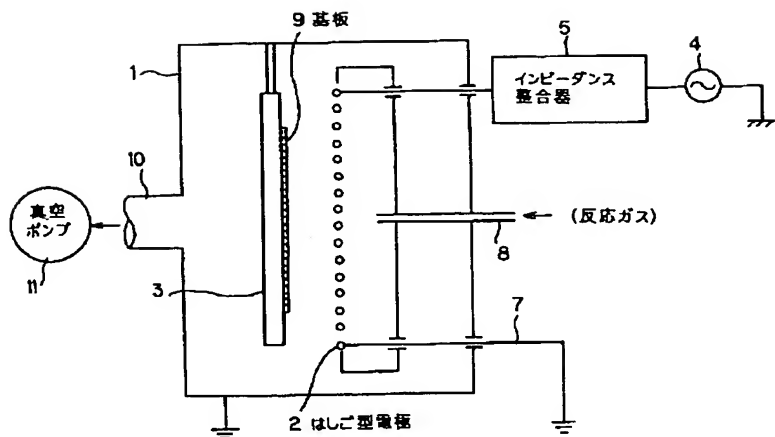


【図8】



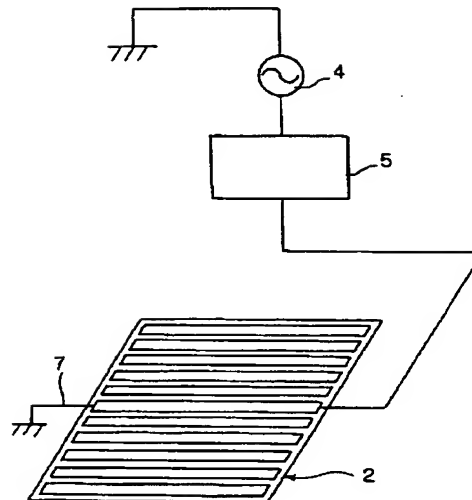


【図9】

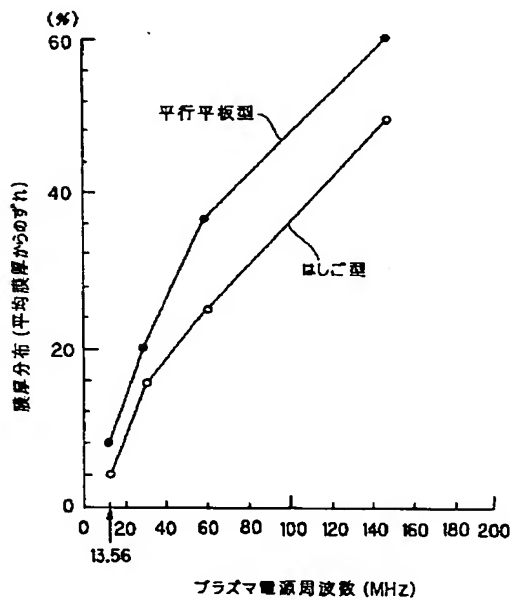


【図11】

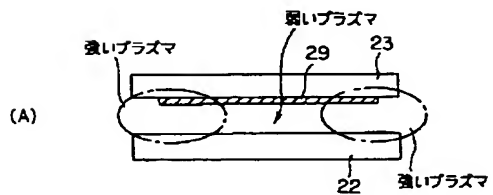
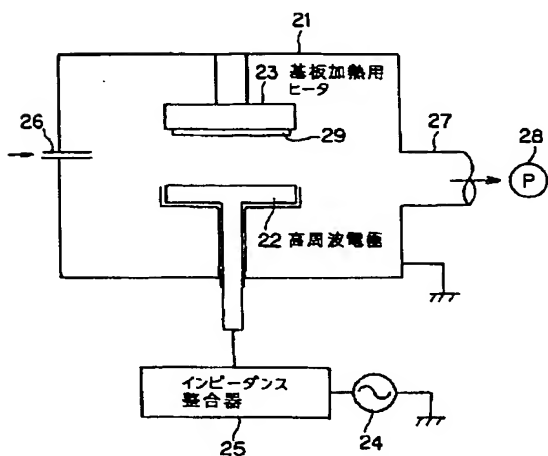
【図10】



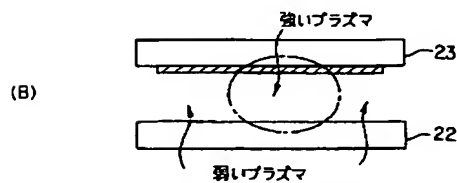
【図12】



【図14】



(周辺部にプラズマ発生)



(中央部にプラズマ発生)